

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie

Technologie obrábění ložiskového štítu

Technology for Machining Bearing End Shield

Student:

Martin Petřík

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jiří Hajnyš

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie

Zadání bakalářské práce

Student: **Martin Petřík**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2303R002 Strojírenská technologie
Téma: Technologie obrábění ložiskového štítu
Technology for Machining Bearing End Shield

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod.
2. Analýza současného stavu výrobního procesu.
3. Návrh technologie obrábění dané součásti.
4. Technicko-ekonomické zhodnocení.
5. Závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:


BRYCHTA, Josef. *Technologie II*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2008, 2 sv. ISBN 978-80-248-1641-8. 1. díl.
HUMÁR, A., PÍŠKA, M. *Moderní řezné nástroje a nástrojové materiály*. MM Průmyslové spektrum. Speciální vydání včetně CD. 110 s. Praha, 2004, ISSN 1212-2572.
LEOPOLD, J. *Werkzeuge für die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung*. Carl Hanser Verlag München Wien, 1999, 300 s. ISBN 3-446-2172-5.
AB SANDVIK COROMANT - SANDVIK CZ s.r.o. *Příručka obrábění - Kniha pro praktiky*. (Přel. z: Modern Metal Cutting - A Practical Handbook. Překlad M. Kudela.), 1. vyd., Praha, Scientia, s.r.o., 1997. 857s., ed. J. Machač, J. Řasa, ISBN 91-97 22 99-4-6.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jiří Hajnýš**

Datum zadání: 08.12.2017

Datum odevzdání: 21.05.2018


doc. Ing. et Ing. Mgr. Jana Petřů, Ph.D.
vedoucí katedry




doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V práci jsem použil interní údaje o technických parametrech získaných od firmy ZLKL, Loštice s. r. o., firma s jejich zveřejněním souhlasí.

V Ostravě dne 21. května 2018.



Podpis studenta

Prohlašuji, že:

- jsem si vědom, že na tuto moji závěrečnou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto závěrečnou bakalářskou práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této bakalářské práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- беру на вѣдомі, že - podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů - že tato diplomová práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce, a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 21. května 2018.



Podpis autora práce

Jméno a příjmení autora práce:

Martin Petřík

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Pavlov 115

789 85 Mohelnice

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

PETŘÍK, M.: *Technologie obrábění ložiskového štítu*. Bakalářská práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie, 2018, Vedoucí práce: Ing. Jiří Hajnýš.

Bakalářská práce je zaměřena na racionalizaci procesu výroby ložiskového štítu. V teoretické části je sestavena přehledná rešerše zabývající se aspekty a technologií obrábění. Praktická část byla orientována na konkrétní výrobu ložiskového štítu ve strojírenském podniku s navrženými podmínkami obrábění. Pro ověření nastavení řezných podmínek byla výroba realizována na CNC (SPR - 100). Dále byl v práci vylepšen dosavadní technologický postup. V závěru práce je vyhodnocena ekonomická stránka výroby a srovnána efektivnost ke stávajícímu technologickému postupu

ANOTATION OF BACHELOR THESIS

Annotation of bachelor thesis. PETŘÍK, M.: *Technology of bearing end shield*. Bachelor Thesis. OSTRAVA VŠB - Technical University of Ostrava, Department of Machining and Assembly, 2018, Supervisor: Ing. Jiří Hanyš.

This thesis deals with processing of the bearing shield. On production of this component is used CNC lathe from SPR - 100. There is described a technique for a specific machine together with presentation of the tools and products. The theoretical part deals with explaining concepts in the field of machining. Furthermore, there is pointed out the material and semifinished casting. In the practical part is designed the most suitable method for manufacturing the bearing shields with regard to the economic aspect of the production.

Obsah

1	Společnost ZLKL	9
1.1	Vývoj a historie společnosti	9
1.2	Služby ZLKL	11
2	Problematika technologie obrábění	12
2.1	Technologie třískového obrábění	12
2.2	Nároky na obrábění litin	14
3	Současný stav výroby v podniku	18
3.1	Charakteristika součásti	18
3.2	Materiál součásti	18
3.3	Charakteristika používaného soustruhu	20
3.4	Postup výroby ložiskového štítu na soustruhu SPR – 100	21
3.5	Použitá měřidla při výrobě	23
3.6	Shrnutí současné technologie	24
4	Návrh technologie obrábění dané součásti	25
4.1	Charakteristika obráběcího centra EMAG VL7	25
4.2	Postup obrábění	26
4.3	Výhody nové technologie	28
5	Technicko – ekonomické zhodnocení	29
5.1	Původní technologie výroby na soustruhu SPR- 100	29
5.2	Nová technologie výroby na soustruhu Emag VL7	30
5.3	Srovnání obou technologií	31
6	Závěr	32
	Seznam použité literatury:	35

Seznam použitého označení a zkratek

CNC	(Computer Numerical Control) počítačem číslicově řízený stroj
ZLKL	Závod lehkých konstrukcí Loštice
ČSN	Česká státní norma
DIN	Německá národní norma
EN- GJ	Evropská norma litin
C	chemické značení pro uhlík
Si	chemické značení pro křemík
Mn	chemické značení pro mangan
S	chemické značení pro síru
P	chemické značení pro fosfor

Úvod

V dnešní době je v průmyslové praxi vyvíjen velký tlak na malé firmy a podniky. Tlak vzniká ze současného trendu konkurenceschopnosti velkých továren, vytvářet stejné součásti jako malé podniky s rozdílem kratších časů výroby při velmi nízkých nákladech. Díky tomuto trendu musejí malé firmy stále přicházet s novými inovacemi a nápady. U podniku ZLKL je tomu stejně. Zájem o spolupráci s jinými podniky a investory si získal především díky neustálému hledání nových technologií, které mají za úkol zkvalitnit výrobu při zachování přijatelné ceny. Důkazem toho je řada ocenění, které podnik dostal. V rámci dotačního projektu Rozvoj získala firma dotace. Díky tomu došlo k řadě vylepšení. Jedná se hlavně o výstavbu nové práškové lakovny a zakoupení soustruhu k obrábění přírubových součástí.

Bakalářská práce inovuje proces výroby opracování ložiskového štítu. Ložiskový štít je vyráběn ve firmě ZLKL, Loštice s. r. o. Podnik ZLKL specializuje svoji výrobu převážně do odvětví elektrotechnického průmyslu, vodohospodářství a doplňkově i do automobilového průmyslu. Vyráběný ložiskový štít je součást elektromotoru. Slouží k vymezení nesouososti hřídele, který je umístěn v ložisku. Aby bylo dosaženo souososti hřídele, musí být otvor pro ložisko vyroben se značnou přesností. Tudíž je kladen velký důraz na přesnost výroby. Pro zkompletování elektromotoru je ložiskový štít expedován do firmy Siemens elektromotory Mohelnice.

Práce si klade za cíl navrhnout správné parametry nastavení pro obráběcí stroj a racionalizovat řezné podmínky pro obrábění ložiskového štítu. Teoretická část je zaměřena na řešení technologických aspektů a rozdělení výroby třískového obrábění. V praktické části jsou navrženy jednotlivé body výroby a následně jsou realizovány ve výrobním podniku. Na závěr práce je provedeno technicko-ekonomické zhodnocení.

1 Společnost ZLKL

ZLKL svým zákazníkům nabízí širokou škálu strojírenských činností. Konkrétně jde o obrábění, lisování, svařování, povrchové úpravy, 3D kontrolu kvality a také vývoj a konstrukci.¹

Díky své komplexnosti, kvalitě, schopnosti rychle reagovat na požadavky klienta a přijatelným cenám dlouhodobě roste tržbami i počtem zaměstnanců. ZLKL dodává především do nadnárodních koncernů, jako je například Emerson a Siemens. Přibližně 60 procent výroby směřuje na export, hlavním odbytištěm je po České republice Francie a Německo. Většina výrobků nachází své použití v elektrotechnickém průmyslu, ve vodohospodářském a doplňkově i v automobilovém průmyslu.¹

1.1 Vývoj a historie společnosti

Firma byla založena roku 1993 s počtem zaměstnanců 45. V pronajatých prostorách začala vyrábět nábytkové kování a výsuvné rošty pro sedací soupravy. V roce 1994 se firma díky kvalitativnímu a kvantitativnímu rozvoji prosadila výrobou rámu zadních sedadel pro vozy Škoda Felicia. Objem tržeb se pohyboval mezi 50-60 mil. Kč. V tomto roce ZLKL zaměstnávalo 80 zaměstnanců. Roku 1996 se spoluprací s firmou M. L. S. Holice, spol. s r. o. společnost začala věnovat lisování, zpracování plechů, svařování dílů v ochranné atmosféře a obrábění litinových a ocelových dílů pro alternátory a elektromotory. Dalším specifickým je vývoj vlastního, celosvětově unikátního vozidla značky Elbee pro tělesně postižené, který započal v roce 2005. Toto vozidlo je jediné na světě, u kterého je možnost otevírání celé přední části. Proto je pro hendikepované vozidlo lépe využitelné. Posádka zacouvá i s vozíčkem přímo do vozidla, poté se elektricky ovládané dveře zaklopí i s volantem. Vozidlo je dvoudílné a ještě zbyde místo pro zavazadla. Pod podlahou se ukrývá vzduchem chlazený motor piaggio italské výroby s obsahem 300 ccm a výkonem 12,5 kW. Elbee může parkovat kolmo k chodníku i mezi podélně parkující auta, tudíž má posádka mnohem snazší výstup i nástup. Vozidlo spadá do kategorie, na kterou se vztahují státní příspěvky.¹



Obrázek 1.1 - Vozidlo pro tělesně postižené ¹

V minulých letech si firma prošla díky celosvětové hospodářské krizi velmi obtížným obdobím. To však skončilo velmi výrazným zproduktivněním, zkvalitněním a zmodernizováním firmy jako celku. Společnost od svého založení sbírá různá ocenění, ty nejvýznamnější jsou uvedeny v následujícím textu. ¹

Nejvýznamnější získané ocenění

Rok 2010

- **Podnikatel roku** (Olomoucký kraj) - finalista
- **Nejlepší podnikatelský příběh roku** - 3. místo

Rok 2011

- **Manažer odvětví** (vývoj a zpracování kovových výrobků)
- **Vynikající manažer** (střední firmy)

Rok 2012

- **Firma roku** (Olomoucký kraj) - 3. místo

Rok 2013

- **Firma roku** (Olomoucký kraj)
- **Odpovědná Firma roku**
- **Inovační hvězda**

Rok 2014

- **Českých 100 Nejlepších firem**- 84. místo

- **TOP Odpovědná firma roku** (malé firmy)
- **Inovátor roku**
- **CAD pro inovátory** - vítěz soutěže

Rok 2015

- **Českých 100 Nejlepších firem** - 72. místo

Rok 2016

- **Českých 100 Nejlepších firem** - 67. místo
- **FORBES 77 největších rodinných firem v Česku** – 75. Místo ¹

1.2 Služby ZLKL

Obrábění

Díky masivním investicím patří divize obrábění ZLKL mezi jedny z nejmoderněji vybavených ve střední Evropě. Zákazníkům je nabízen kompletní servis, od spolupráce na nákladově efektivním designu výrobku, přes návrh výrobního systému a prototypovou výrobu až po realizaci sériové výroby. Pro automobilní a elektrotechnický průmysl je zajištěna výroba dílů v sériích od jednoho tisíce až po statisíce kusů ročně. Mezi standardně obráběné materiály patří hliník, šedá a tvárná litina, ocel, nerez a měď. Při technické přípravě výroby je využita podpora CAD/CAM software. Upínací přípravky a speciální nástroje jsou vyráběny ve vlastní nástrojárně. ¹

Tváření

Firma ZLKL zajišťuje operace plošného tváření zastudena - stříhání, ohýbání, tažení a prolisování na excentrických a hydraulických lisech s podavači. Zákazníkům je nabízen kompletní servis, od spolupráce na nákladově efektivním designu výrobku, přes návrh výrobního systému a prototypovou výrobu až po realizaci sériové výroby. Firma je vybavena technologiemi: dělení materiálů na CNC hydraulických nůžkách, CNC vysekávání, CNC ohraňování a zakružování. ¹

Vývoj a konstrukce

Pro vývoj vozidla Elbee bylo v ZLKL vybudováno vlastní vývojové centrum, které zajišťuje konstrukci, nákup a výrobu prototypových dílů, kompletní montáž prototypů a v neposlední řadě jejich testování. Konstrukteři vývojového centra jsou vybaveni CAD softwarem Autodesk Inventor, který umožňuje provádět výpočty a simulaci pevnostních parametrů navržených sestav. ¹

2 Problematika technologie obrábění

Pojmem obrábění se rozumí technologický proces, při kterém řezná síla vtlačuje nástroj ve tvaru řezného klínu do povrchu obrobku. Při pohybu obrobku a nástroje se odebírá materiál v podobě třísky. Utváření a následné lámání třísky je velmi častým problémem. Důvodem je špatné utváření třísek, které rychle zaplňují pracovní prostor.¹¹

Dalším častým problémem jsou vysoké teploty vytvořené při řezání materiálu. Nástroj se ohřívá na vysokou teplotu a tím se zkracuje jeho životnost.

2.1 Technologie třískového obrábění

Je pracovní proces, při kterém polotovar dosáhne požadovaného tvaru a rozměru strojní součásti úběrem materiálu z povrchové vrstvy. Rozdělení podle způsobu obrábění:

a) Ruční - pilování, řezání, zaškrabávání.

b) Strojní - dělí se podle charakteristických znaků:

nástroji s definovanou geometrií (soustružení, frézování, vrtání, vystružování, zahlubování, hoblování, vyvrtávání, obrážení, atd.),

nástroji s nedefinovanou geometrií (dokončovací metody – broušení, honování, lapování, superfinišování, atd.),

nekonvenční metody třískového obrábění (elektroerozivní, elektrochemické, elektronovým paprskem, vodním paprskem, laserovým paprskem, atd.),

úpravy obrobených ploch (leštění, válečkování, hlazení atd.).²

Soustružení

Soustružení je metoda třískového obrábění pro výrobu součástí nejčastěji rotačních tvarů, zejména pomocí jednobřitých nástrojů různého provedení – soustružnické nože. Soustružení je nejjednodušší a zároveň nejčastější způsob obrábění (na klasických soustruzích se provádí 30 – 40 % veškerých prací). Soustruhy s ručním nebo automatickým ovládáním jsou schopny obrobit polotovary s hmotností od několika miligramů po několik tun. Při soustružení dochází k oddělení přebytečné vrstvy (přídavek na obrábění) nástrojem s definovanou geometrií řezné části. Od obrobku odchází přebytečná vrstva v podobě třísky. Aby došlo k oddělení třísky od polotovaru, musí mít činná část nástroje břit ve tvaru klínu. Je nutné, aby byl nástroj vyroben z materiálu, který je tvrdší, než obrobek. Obrobek postupně

získává požadovaný tvar, rozměr, drsnost povrchu i některé mechanické vlastnosti. Musí být stanoveny a dodržovány určité řezné podmínky.²

Hlavní řezný pohyb:

Vykonává ho obrobek, je to pohyb rotační. Z rotujícího obrobku se na povrchu odřezává materiál pomocí soustružnického nože. Při tomto procesu dochází k vytvoření třísky.²

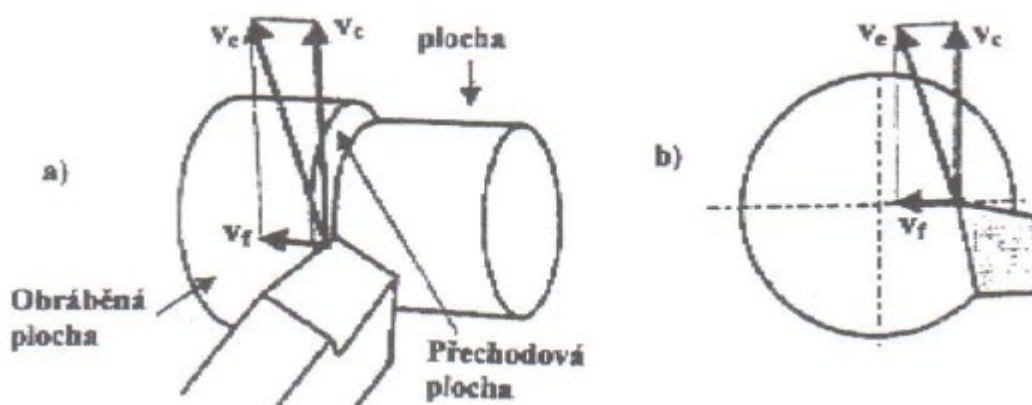
Posuvový řezný pohyb:

Vykonává ho nástroj, jde o pohyb přímočarý a vykonává ho nástroj. Tento pohyb je nutný k tomu, aby byl nůž schopen odřezávat třísky z obráběného materiálu.²

Řezný pohyb:

Jde o pohyb nože ve směru osy rotace obrobku (axiálně). To znamená, že jde o podélné soustružení. Má tvar šroubovice. Pohybuje-li se nůž kolmo k ose rotace (radiálně), jde o přímé (čelní) soustružení. Tento způsob se používá například k upichování, zapichování. Výsledný řezný pohyb má tvar Archimedovy spirály. Je to kolmý pohyb k posuvu. Při podélném soustružení je pohyb radiální a při čelním soustružení axiální.²

Druhy soustružení:



Obrázek 2.1 - Druhy soustružení a) podélné soustružení, b) čelní soustružení²

2.2 Nároky na obrábění litin

Litina je slitina železa a uhlíku s relativně vysokým procentním podílem křemíku (1-3%). Obsah uhlíku je vyšší než 2%, což je maximální rozpustnost uhlíku v austenitu. Chrom, molybden a vanad tvoří karbid. Ty zvyšují pevnost a tvrdost. ³

Litiny se vyrábějí přetavováním vhodných surových želez a kovového odpadu ve slévárenských pecích, nejčastěji kuplovných. ¹²

Existuje 5 hlavních typů litin:

- Šedá litina
- Temperovaná litina
- Nodulární litina
- Litina s červíkovitým grafitem
- Izotermicky kalená tvárná litina ³

Obrobitelnost litin

Materiál tvoří krátké třísky, u kterých je v naprosté většině dobrá kontrola nad utvářením třísky. Obrábění vysokými rychlostmi, zejména u litin obsahujících vměstky písku, má za následek abrazivní opotřebení. Nejčastěji se litina obrábí s využitím negativních břitových destiček, protože nabízejí pevné a odolné břity a spolehlivost dané operace. Aby bylo dosaženo potřebné odolnosti proti abrazivnímu opotřebení, karbid musí být tvrdý a povlak musí být typ s velkou vrstvou oxidu hlinitého. ³

Šedá litina

Tento materiál obsahuje grafit v podobě vloček. Má malou rázovou houževnatost, při jejím obrábění vznikají malé řezné síly a její obrobitelnost je velmi dobrá. Příčinou opotřebení v průběhu obrábění je pouze abraze. K chemickému otěru nedochází. Aby měla šedá litina lepší mechanické vlastnosti, je velmi často legovaná chromem. Vyšší pevnost se potom ale projevuje snížením obrobitelnosti. ³

Jejími hlavními charakteristikami jsou:

- Malá rázová houževnatost
- Dobrá tepelná vodivost
- Dobré tlumící schopnosti
- Absorbce vibrací ³



Obrázek 2.2 - Příklad použití šedé litiny (blok motoru)

Temperovaná litina

Tato litina se vyrábí z materiálu, který má matrici blízkou bílým litinám. Materiál je dále tepelně zpracováván ve dvou stupních. Přitom vzniká struktura tvořená feritem, perlitem, temperovaným uhlíkem. Tato struktura má za následek nestejněměrné vyloučení grafitových zrn, ve srovnání s lamelární strukturou šedé litiny, která je mnohem náchylnější k lomu.³

Mezi součásti vyráběné z temperované litiny patří

- ložiska náprav
- pojezdová kola
- spojovací armatury trubek a vysoce pevná ozubená soukolí³

Nodulární litina

Nodulární litina obsahuje grafit. Při obrábění dochází k vytváření nárůstku na břitu. Jedná z největších předností materiálu je velmi dobrá tuhost.³

Hlavními charakteristikami jsou:

- dobrá rázová houževnatost
- značná pevnost v tahu
- špatné tlumící schopnosti
- špatná tepelná vodivost³

Příklady součástí vyráběné z nodulární litiny:

- Válce
- Výfuková potrubí
- Klikové hřídele³



Obrázek 2.3 - Příklad součásti z nodulární litiny

Litina s červíkovitým grafitem:

Je materiál, který má vysokou pevnost a nízkou hmotnost, která je přibližně o 20% nižší než u šedé litiny. Nejčastějšími operacemi obrábění jsou čelní frézování a vrtání válců. Obrobitelnost je dobrá.³

Použití:

- motory
- hlavy válců
- brzdové kotouče³



Obrázek 2.4 - Ukázka obrábění litiny s červíkovitým grafitem

Izotermicky kalená tvárná litina

Tyto litiny tvoří skupinu tepelně zpracovaných litin. Má vynikající pevnost, houževnatost a únavové vlastnosti. V průběhu obrábění se utváří článkovité třísky. Opotřebení se soustřeďuje do blízkosti řezné hrany a dochází k opotřebení na čele bříty. Mez únavy je možné dále zvýšit kuličkováním nebo válečkováním.³

Nejběžnější použití:

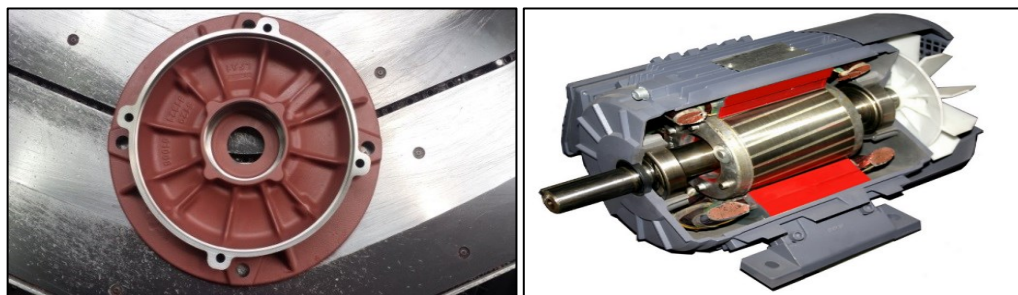
- výkovky
- odlitky
- svařované konstrukce
- prvky zavěšení a součásti převodových ústrojí
- důlní stroje a zařízení³

3 Současný stav výroby v podniku

V následujícím textu bude popsán celý proces výroby od chemického složení materiálu, mechanických vlastností, stroje na, kterém probíhá výroba, používané měřidla až po samotnou výrobu. Práce se zabývá technologií opracováním ložiskového štítu.

3.1 Charakteristika součásti

Obráběná součást je ložiskový štít, který tvoří celek asynchronního nízkonapětového elektromotoru a proto je jeho nedílnou součástí. Tento ložiskový štít bude přišroubován na čelo statoru elektromotoru. Uprostřed odlitku je osazení, ve kterém bude později uloženo ložisko a gufero pro hřídel elektromotoru. Tyto elektromotory je možno používat i venku, jelikož jsou pro nepříznivé podmínky zkonstruovány. Odlitek štítu jsou schopni vyrobit dvě továrny. První továrna se jmenuje Kaisen, a má sídlo v Indii. Jelikož není schopna vyrobit odlitky v požadované kvalitě, využila firma ZLKL služeb druhé společnosti LFA z Francie. Následně je odlitek dopraven do firmy ZLKL Loštice, kde je dále opracováván. Na obrázku XX je vlevo reálné foto štítu a vpravo ukázka sestavy kompletního elektromotoru.



Obrázek 3.1 - Vlevo obrobená součást, vpravo kompletní elektromotor ⁴

3.2 Materiál součásti

Na ložiskový štít je použita šedá litina EN – GJL - 250. Tato litina má dobrou kombinaci pevnosti, tvrdosti a struktury. Je to univerzálně použitelný materiál pro strojní součásti. Dobře tlumí chvění, je dobře obrobitelný. Svařitelnost je obtížná. Používá se na válce motorů, ozubená kola, lože obráběcích strojů. ⁵

Specifikace dle starých technických norem: Meehanite GD250, GG25, ČSN 42 2425, 0.6025 dle neplatné DIN 1691. ⁵

Materiál lze použít i jako náhradu za tyto materiály: ČSN 42 2455, ČSN 42 2456 (podmíněně), ČSN 42 2420. ⁵

Vyráběné velikosti:

- kruhové kontinuálně lité – 25 – 430 mm
- kruhové lité do kokil – 450 – 750 mm
- čtvercové – 40 – 410 mm
- pravoúhlé – 25 – 560 mm⁵

Maximální délka: 3050 – 3150 mm

Chemické složení

Tabulka 1 – Procentuální vyjádření chem. složení

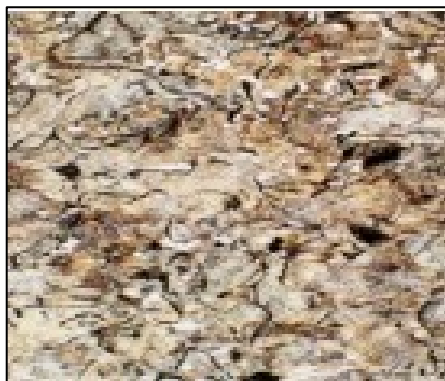
Prvek	Směrné složení [%]
C	2,90 až 3,65
Si	1,80 až 2,90
Mn	0,40 až 0,90
S	0,10 max
P	0,30 max

Tabulka 2 – Tvrdost dle Brinella

Rozměr [mm]		Tvrdost [HB]	
		Min	max
do	38	180	235
40	75	180	230
80	150	170	220
nad	155	160	220

Mikrostruktura

- grafit: V jádru profilu lupínkový typ A dle ASTM A247 (ČSN 42 0461) Směrem k povrchu typ D a E mezidendriticky rozložený
- převážně perlitická max. 30 % feritu (v závislosti na průřezu)⁵



Obrázek 3.2 - Mikrostruktura materiálu (zvětšeno 100x, leptáno) ⁵

Tepelné zpracování: Dodává se v litém stavu, bez tepelného zpracování

Měrná hmotnost: $7,3 \text{ g/cm}^3$ ⁵

3.3 Charakteristika používaného soustruhu

Soustružnický stroj typu SPR je revolverový poloautomat určený k rotačnímu obrábění oceli, litiny a barevných kovů pro kusovou nebo sériovou výrobu součástí přírubového charakteru z jednotlivých kusů, nebo součástí z tyčového materiálu do průměru 100mm. Umožňuje obrábět plochy vnější i vnitřní válcové, kuželové i kulové. Další možnosti obrábění je vrtání, vystružování a řezání závitů v ose vřetena. Soustruh SPR – 100 má svislé lože s jedním křížovým suportem, který má elektricky ovládanou nástrojovou hlavu s rozhraním nástrojových držáků VDI 50, a vřeteníkem (varianta polohování vřetene po 5 stupních). Stroj je v základu v provedení s 12-ti polohovou nástrojovou hlavou. Výrobce však umožňuje stroj osadit dvěma hlavami (6 až 8 poloh), z nichž jedna hlava pohání nástroje. O řízení stroje se stará systém SIEMENS SINUMERIK 840D. Pohony a regulátory posuvů a vřetene SIEMENSSIMODRVE 611. ⁶



Obrázek 3.3 - Soustruh SPR – 100 ⁷

Tabulka 3 - Základní parametry stroje ⁶

Parametr	SPR – 100 CNC
Řídicí systém	SIEMENS SINUMERIK 840D
Motory a pohony	SIEMENS, Simodrive 611
Nástrojové hlavy	Baruffaldi, elektro-pneu 12 (8/6) pozic
Vrtání vřetene	114 mm
Max. průchod tyče vřetenem	100 mm
Max. oběžný průměr nadpodélným suportem	550 mm
Největší délka obrábění (u příruby)	250 mm
Největší průměr obrábění (u příruby)	430 mm
Max. otáčky vřetene (dle sklíčidla)	1800 1/min
Výkon hlavního motoru vřetene	32 KW
Max. rychloposuv v osách X, Z	20 m/min
Plocha dxš (s dopravou třísek)	3800 x 1800 mm
Pracovní výška stroje	2600 mm
Hmotnost stroje	6500 kg

3.4 Postup výroby ložiskového štítu na soustruhu SPR – 100

V následující tabulce je popsán současný výrobní postup pro výrobu ložiskového štítu, kde je nutné operaci Vrtání provádět na jiném zařízení

Tabulka 4 - Postup výroby ložiskového štítu

Číslo nástroje	Operace
T1	Hrubování čela
T2	Hrubování průměr 221 mm, průměr 80 mm, dokončování průměr 40,8 mm
T3	Hrubování čela příruby průměr 230 mm
T4	Dokončování čela příruby průměr 230 mm
T5	Dokončování průměr 230 mm
T6	Dokončování průměr 62 mm
T7	Dokončování průměr 80 mm
T8	Dokončování čela
T9	Dokončování průměr 221 mm
T10	Vrtání průměr 9 mm

Seznam používaných nástrojů při výrobě:

Tabulka 5 – Použité nástroje

Č. nást.	Nástroj
T1	SNMG 120416 UN; KCK20 Kennametal
T2	WNMG 080412-UN; KCK15 Kennametal
T3	WNMG 080412-NM5; WAK20 Walter
T4	WNMG 080412-NM5; WAK20 Walter
T5	DNMG 110404-NM5; WAK10 Walter
T6	DCMT 11T308-PM; WAK10 Walter
T7	CNGA 120404; KY1615 Kennametal
T8	SNMG 120408 FW; KPC10 Kennametal
T9	CCGT 09T304-F; CBN89 Superhard
T10	Karb. Vrták průměr 9 mm

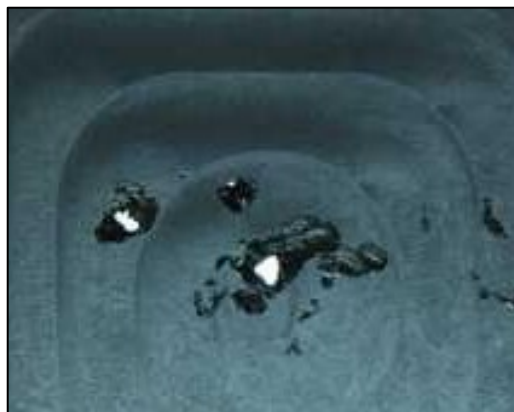
Seznam používaných nástrojových držáků při výrobě:

Tabulka 6 - Použité držáky nástrojů

Č. držáku	Držák
T1	MSSNL 2525 M12; Kennametal
T2	A 32 S MWLNR 08; Kennametal
T3	DWLNL 2525 M08; Pramet
T4	DWLNL 2525 M08; Walter
T5	PDJNL 2525 M11; Kennametal
T6	S32R-SDZCR 11-93-A; Pramet
T7	S 25 T-PCLNR 12; Kennametal
T8	MSSNL 2525 M12; Kennametal
T9	A25R-SCLCR 09; Pramet
T10	-

Po obrobení na soustruhu SPR – 100 CNC obsluha stroje očistí obrobek, vyjme jej ze stroje a vyvrtá čtyři otvory o průměru 14,5 mm. Tato operace je prováděna na univerzální sloupové vrtačce. Obsluhou stroje je proškolený dělník třísměnného provozu, který je zodpovědný za kvalitu výroby. Náplní práce obsluhy je kontrola rozměrů obrobku podle výkresu součásti. Další povinnost obsluhy je kontrola vizuální. Na obrobku nesmí být žádné škrábance, studené spoje, ořepy, praskliny atp. Tyto kontroly je obsluha povinna provést u

každého obrobku. Při zjištění jakékoliv vady obsluha vyhodí obrobek na určené místo. Dále jsou obsluhou prováděny jednoduché úpravy v nastavení stroje, pokud je to potřeba, atp.



Obrázek 3.4 - Příklad vady obrobku ⁸

3.5 Použitá měřidla při výrobě

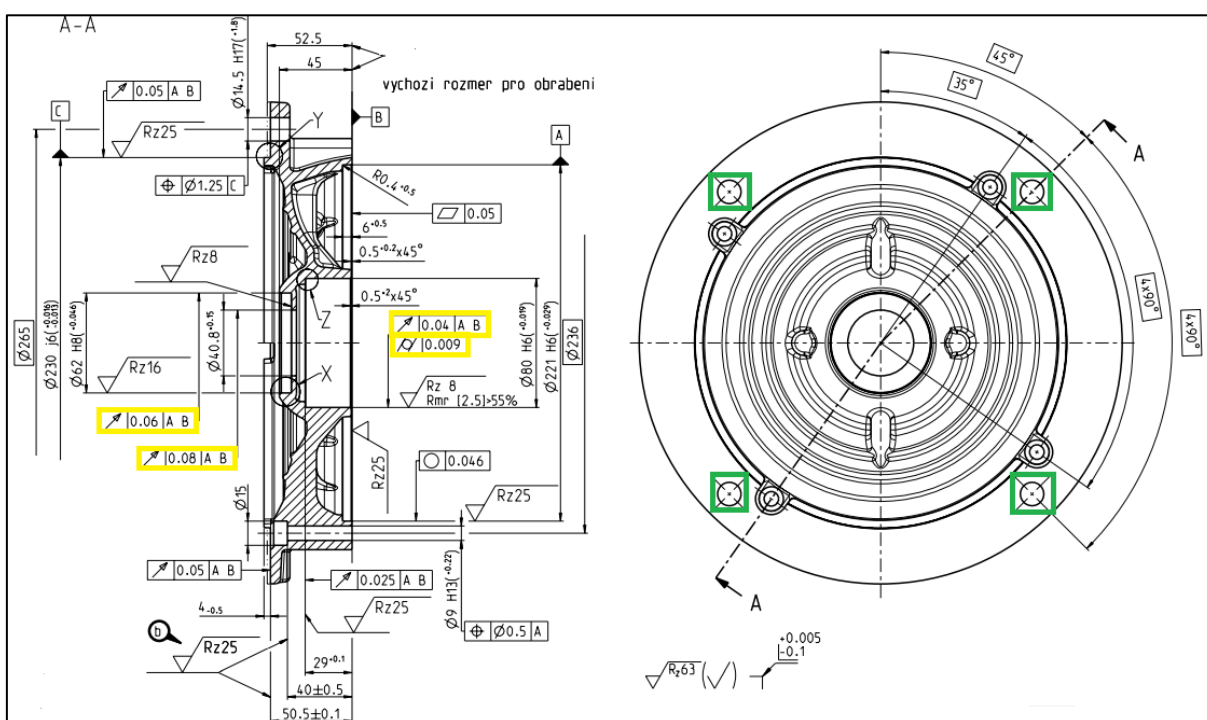
Hloubkoměr slouží k měření slepých otvorů a drážek. Skládá se z mikrometrického šroubu, ramene a měřicího trnu, který se z ramene vysouvá. Třídotekový dutinoměr je určen k měření otvorů. Tři měřící dotyky středí dutinoměr samočinně v otvoru. Tím je zajištěna snadná manipulace. Měřící bubínek je vybaven řehťáčkou. Číselníkový úchylkoměr slouží k vystředování součástí. Úchylkoměr je upnut do držáku a posouváním součásti ručička ciferníku ukazuje hodnoty, které se porovnávají s nastavenými hodnotami. Posuvné měřidlo má dvě části. První je pevná, je na ní stupnice v milimetrech. Druhá část je posuvná. Je na ní index s vernierem. Jedná se o jedno z nejběžnějších měřidel.



Obrázek 3.5 - Vlevo třídotekový dutinoměr, vpravo číselníkový úchylkoměr

3.6 Shrnutí současné technologie

Současná technologie výroby ložiskového štítu se ukázala jako nevýhodná. Aby bylo při obrábění součásti splněno požadovaných rozměrů a tolerancí, musí s ní obsluha stroje mnohokrát manipulovat. Tím pádem je zde velký prostor pro chybu. Při použití současné technologie se jako největší problém ukázala nemožnost obrobení ložiskového štítu na jedno upnutí, jelikož soustruh SPR – 100 nedisponuje potřebnou pevností konstrukce. Ta je potřeba k zachování k požadované přesnosti obrábění. Tato nevýhoda má za následek vysoké provozní náklady kvůli času potřebnému k dalšímu upnutí obrobku na jiném stroji. V tomto případě jde o sloupovou vrtačku, na kterou musí být obsluha stroje zvlášť proškolená.



Obrázek 3.6 - Výkresové tolerance (žlutě) a díry pro vrtání (zeleně)

Na obrázku jsou žlutě znázorněny důležité výkresové tolerance, kde je žádoucí zpřesnit výrobu. Zeleně jsou zvýrazněny otvory, které je třeba vyvrtat na univerzální sloupové vrtačce a tedy přenášet obrobek z jednoho stroje na druhý.

4 Návrh technologie obrábění dané součásti

Aby bylo možné zkrátit celkový cyklus obrábění odlitku, který má za následek vysoké náklady na jeho výrobu, je potřeba navrhnout novou technologii. Na stávající technologii nebylo možné obrobit ložiskový štít na jedno upnutí, jelikož parametry stroje neumožňovaly provést všechny potřebné operace. Tudíž bylo potřeba dalšího stroje. Ve spolupráci s firmou jsem navrhl koupit obráběcí centrum značky EMAG. Tento soustruh má za úkol výrazně zkrátit obráběcí časy, díky umožnění provedení všech operací na jednom stroji. Současně je zaručena vyšší přesnost výroby.

4.1 Charakteristika obráběcího centra EMAG VL7

Vertikální soustruh EMAG VL7, který umí soustružit, vrtat a závitovat. Disponuje větším sklíčidlem (maximální průměr je 400 mm). Je schopen při zachování vysoké přesnosti výroby obrábět vysokými posuvy. To zaručuje vysokou efektivnost výroby. Další výhodou je, že stroj není náročný na prostor. Jako řídicí systém je použit Fanuc.⁹



Obrázek 4.1 - Obráběcí centrum EMAG VL7¹⁰

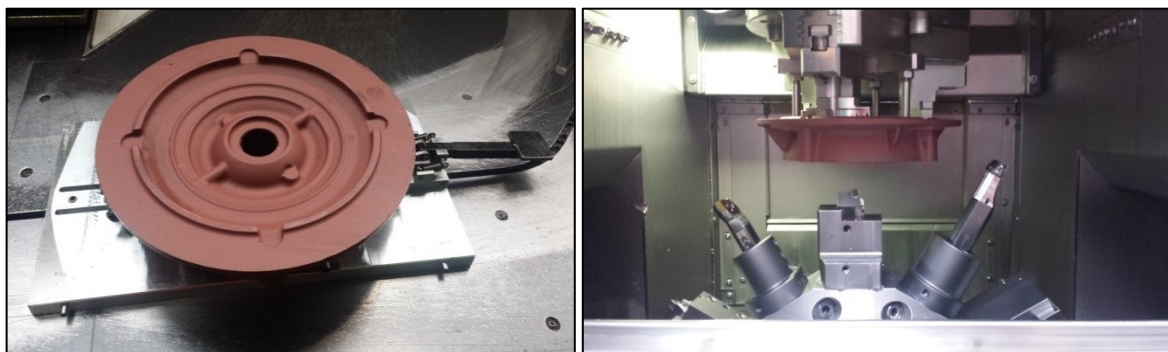
Tabulka 7 - Základní parametry stroje⁹

Parametr	Emag VL7
Řídicí systém	FANUC
Počet os	3
Upnutí nástrojů	Revolverová hlava
Otáčky stroje maximální	6000 ot/min
Průměr sklíčidla	400 mm

Oběžný průměr	420 mm
Zdvih v ose X	850 mm
Zdvih v ose Z	315 mm
Čas nakládání	4 – 6 s
Celková váha	6500 kg
Šířka stroje	2050 mm
Délka stroje	2700 mm
Výška stroje	2400 mm
Výkon	42 KW

4.2 Postup obrábění

Díl obsluha stroje upne na manipulační paletku připevněnou na dopravník stroje. Stroj si automaticky upne díl do tříčelistového hydraulického sklíčidla. Díky této technologii je dosaženo přesnějšího upnutí. V první fázi soustružení se hrubuje čelo odlitku. Druhý nástroj hrubuje na průměr 221mm, 80mm a dokončuje průměr 40,8mm. Další nástroj hrubuje čelo příruby na průměr 230mm. V další fázi nástroj T4 dokončuje obrábění čela příruby na průměr 230mm. Nástroj T5 dokončuje průměr 230mm, dále nástroj T6 dokončuje na průměr 62mm. Další nástroj (T7) dokončuje průměr 80mm, poté nástroj T8 dokončí obrobení čela a nástroj T9 dokončí obrábění na průměr 221mm. Následně stroj vyvrtá čtyři otvory o průměru 9mm. Poslední fází obrábění je na soustruhu Emag VL7 vyvrtání čtyř otvorů o průměru 14,5mm. Toto vrtání stará technologie neumožňovala, a proto musely být otvory vyvrtány na sloupové vrtačce. V této fázi stroj automaticky omyje obrobek od nečistot vzniklých při obrábění. Nakonec obsluha vizuálně zkontroluje obrobek, přeměří rozměry. Pokud není shledaná žádná vada, umístí obsluha stroje obrobek na určené místo.



Obrázek 4.2 - Vlevo díl upnutý na manipulační paletce, vpravo díl upnutý ve sklíčidle

V následující tabulce popsán nový navrhnutý výrobní postup pro obrábění centrum bez nutnosti přenášení dílu na jiný stroj

Tabulka 8 - Technologický postup výroby na soustruhu Emag VL7

Číslo nástroje	Operace
T1	Hrubování čela
T2	Hrubování průměr 221 mm, průměr 80 mm, dokončování průměr 40,8 mm
T3	Hrubování čela příruby průměr 230 mm
T4	Dokončování čela příruby průměr 230 mm
T5	Dokončování průměr 230 mm
T6	Dokončování průměr 62 mm
T7	Dokončování průměr 80 mm
T8	Dokončování čela
T9	Dokončování průměr 221 mm
T10	Vrtání průměr 9 mm
T11	Vrtání průměr 14,5 mm

Tabulka 9 – Nové použité držáky nástrojů

Č. držáku	Držák
T1	MSSNL 2525 M12; Kennametal
T2	A 32 S MWLNR 08; Kennametal
T3	DWLNL 2525 M08; Pramet
T4	DWLNL 2525 M08; Walter
T5	PDJNL 2525 M11; Kennametal
T6	S32R-SDZCR 11-93-A; Pramet
T7	S 25 T-PCLNR 12; Kennametal
T8	MSSNL 2525 M12; Kennametal
T9	A25R-SCLCR 09; Pramet
T10	-
T11	803D - 15; Pramet

Tabulka 10 – Nové použité nástroje

Č. nást.	Nástroj
T1	SNMG 120416 UN; KCK20 Kennametal
T2	WNMG 080412-UN; KCK15 Kennametal

T3	WNMG 080412-NM5; WAK20 Walter
T4	WNMG 080412-NM5; WAK20 Walter
T5	DNMG 110404-NM5; WAK10 Walter
T6	DCMT 11T308-PM; WAK10 Walter
T7	CNGA 120404; KY1615 Kennametal
T8	SNMG 120408 FW; KPC10 Kennametal
T9	CCGT 09T304-F; CBN89 Superhard
T10	Karb. Vrták průměr 9 mm
T11	XPET 0502AP; D8345 Pramet

Upnutí nástrojů

U stroje Emag VL7 jsou nástroje upnuty do revolverové hlavy. Výhodami revolverové hlavy je rychlá výměna nástroje a velká kapacita zásobníku. Lze upnout až 12 nástrojů. Pro obrobení našeho dílu je potřeba pouze 11 nástrojů.

4.3 Výhody nové technologie

Mnou navrhovaná technologie má oproti té původní řadu výhod. Mezi hlavní důvody patří především umožnění opracování ložiskového štítu na jednom stroji. Původní technologie to neumožňovala. Především stroj neměl totiž možnost upnutí všech nástrojů, které jsou k obrobení štítu potřeba. Dále soustruh SPR – 100 nedisponuje potřebnou pevností konstrukce, která je požadována pro zachování přesnosti výroby. Obsluha stroje musela upnout obrobek do jiného stroje (sloupové vrtačky) a vyvrtat čtyři otvory. Nemožnost opracování štítu na jedno upnutí má za následek malou přesnost výroby. Proto řada obrobků nesplňovala požadované tolerance.

Jako další nezanedbatelnou výhodu považují úsporu času spojeného s výrobou. Nová technologie umožňuje díky pevné konstrukci stroje obrábět vysokými posuvy. Firma je tak schopna vyrobit více kusů během směny při zachování přesnosti, která je požadovaná. Provozní náklady na výrobu jsou tudíž menší.

5 Technicko – ekonomické zhodnocení

Základní technicko – ekonomické vyhodnocení je převedeno do tabulek pro lepší přehlednost výsledků. Hodnoty jsou získány z technologického postupu a měřením časů ve výrobě. V časech je započtena i doba potřebná pro upnutí obrobku nebo pro manipulaci s ním. Informace o hodinové sazbě strojů poskytla firma ZLKL. Jsou v ní zahrnuty všechny aspekty včetně leasingu stroje, spotřeby elektrické energie a platu obsluhy stroje. Nejprve je vyhodnocena stávající technologie výroby a poté nová výroba. Následně jsou obě možnosti výroby porovnány.

5.1 Původní technologie výroby na soustruhu SPR- 100

U původní technologie se jako se jako největší problém ukázala nemožnost obrobení ložiskového štítu na jednom stroji. Vrtání děr je prováděno na sloupové vrtačce. Následující tabulka popisuje postup obrábění u původní technologie. Dále jsou v tabulkách popsány časy potřebné k výrobě jednoho kusu.

Tabulka 11 - Přehled operací a časů obrábění na soustruhu SPR- 100

Technologie	Operace	Čas obrábění min/ks	Příprava, manipulace s obrobkem min.
Původní	Soustružení	10	4
	Vrtání	3	4

Potřebný čas k výrobě jednoho kusu při sečtení obou operací a manipulaci s obrobkem. Za 63 minut stroj vyrobí původní technologií 3 kusy.

Tabulka 12 - Celkový čas k výrobě jednoho kusu

Technologie	Celkový čas výroby min/ks
Původní	21

V tabulce 13 je uvedena hodinová sazba stroje. Jsou v ní zahrnuty všechny náklady spojené s provozem stroje včetně spotřeby elektrické energie.

Tabulka 13 - Hodinová sazba stroje

Technologie	Hodinová sazba stroje v Kč
Původní	700

Celkové shrnutí času potřebného k výrobě. Je zde uvedena sazba stroje a cena výroby jednoho kusu u původní technologie.

Tabulka 14 - Celkové náklady na výrobu

Technologie	Čas výroby (min)	Sazba stroje (Kč/min)	Cena jednoho kusu
Původní	21	11,7	245,7

5.2 Nová technologie výroby na soustruhu Emag VL7

Čas potřebný k výrobě jednoho kusu. Je zde uveden i čas potřebný k přípravě a manipulaci s obrobkem.

Tabulka 15 - Přehled operací a časů obrábění na soustruhu Emag VL7

Technologie	Operace	Čas obrábění min/ks	Příprava, manipulace s obrobkem min.
Nová	Soustr.	3,5	3

Tabulka 16 znázorňuje celkový čas, který je potřeba k výrobě jednoho kusu. Za 65 minut nová technologie umožňuje vyrobiť 10 kusů.

Tabulka 16 - Celkový čas k výrobě jednoho kusu

Technologie	Celkový čas výroby min/ks
Nová	6,5

V tabulce 17 je uvedena hodinová sazba stroje.

Tabulka 17 - Hodinová sazba stroje

Technologie	Hodinová sazba stroje v Kč
Nová	800

Celkové shrnutí času potřebného k výrobě. Je zde uvedena sazba stroje a cena výroby jednoho kusu u nové technologie.

Tabulka 18 - Celkové náklady na výrobu

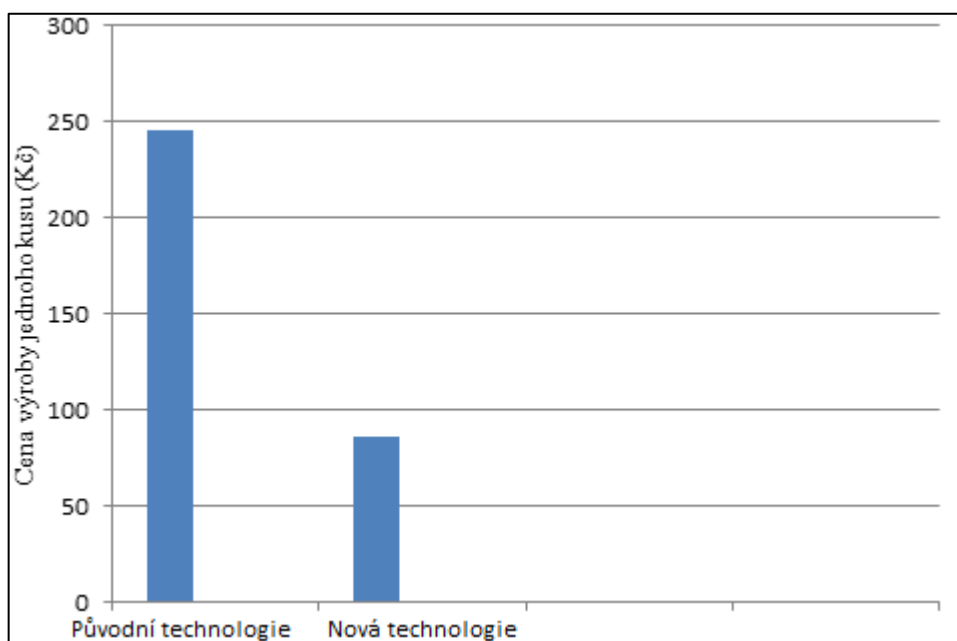
Technologie	Čas výroby (min)	Sazba stroje (Kč/min)	Cena jednoho kusu
Nová	6,5	13,3	86,5

5.3 Srovnání obou technologií

V tabulce 19 jsou porovnány obě technologie. Jsou zde uvedeny potřebné časy k výrobě jednoho kusu a srovnány náklady spojené s provozem stroje.

Tabulka 19 - Srovnání cen výroby jednoho kusu u obou technologií

Technologie	Čas výroby (min)	Sazba stroje (Kč/min)	Cena jednoho kusu
Původní	21	11,7	245,7
Nová	6,5	13,3	86,5

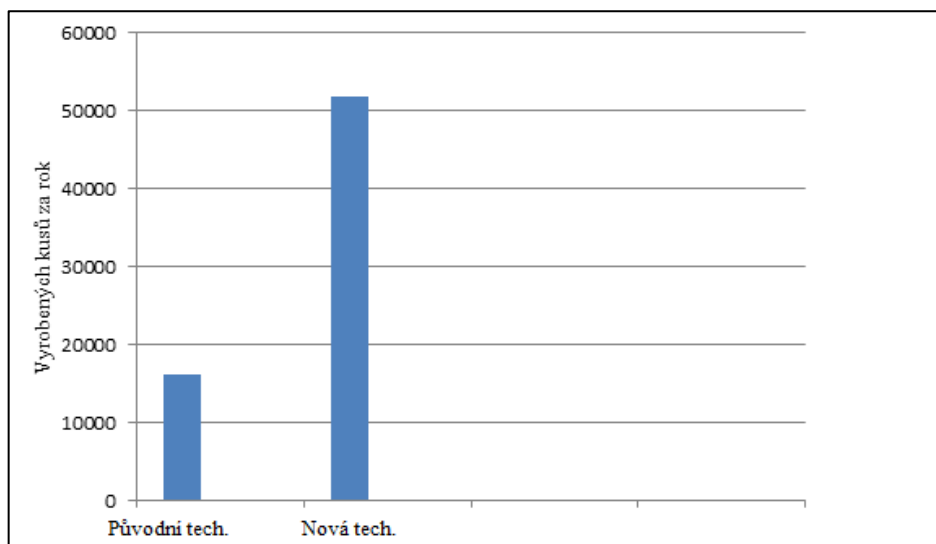


Graf 1 - Náklady spojené s výrobou ložiskového štítu

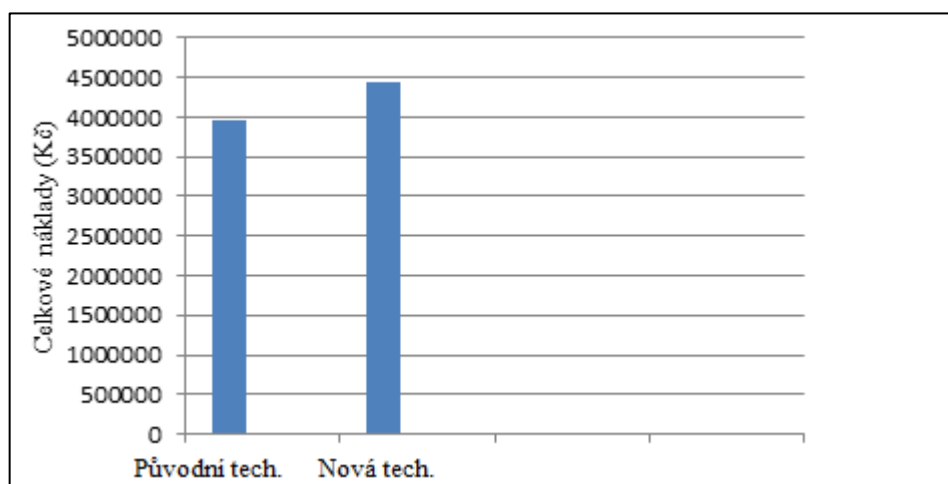
Z grafu 1 je patrná nezanedbatelná úspora při použití nové technologie. Díky nové technologii se podaří firmě uspořit celkem 159,2 Kč u výroby jednoho kusu ložiskového štítu. To znamená 64,8 % úsporu nákladů. V tabulce 20 je uvedeno srovnání počtu vyrobených kusů a celkové náklady k výrobě ložiskového štítu u obou technologií za rok.

Tabulka 20 - Srovnání počtu kusů vyrobených za rok s výrobními náklady u obou technologií

Technologie	Vyrobených kusů za rok	Celkové náklady výroby za rok (Kč)
Původní	16 087	3 950 000
Nová	51 750	4 450 000



Graf 2 – Počet vyrobených kusů za rok



Graf 3 – Celkové náklady stroje

I přes vyšší roční náklady se využití nové technologie vyplatí. Nový soustruh je schopen vyrobit třikrát větší počet kusů za stejnou dobu oproti původnímu.

6 Závěr

Tato bakalářská práce klade důraz na zhodnocení a srovnání nové technologie výroby ložiskového štítu s původní technologií. V první části práce je představena firma ZLKL, s. r. o. a její aktivity. Dále se práce zabývá problematikou třískového obrábění, řeznými podmínkami, rychlostmi a posuvy a problematikou obrábění litin, které jsou stěžejními materiály při racionalizaci výrobního postupu ve firmě. Jelikož bakalářská práce řeší obrábění rotační součásti, je zde rozepsána technologie soustružení. V další části práce je představena součást, a její výroba na současném stroji. Jsou popsány důvody, proč je nutné součást vyrábět rychleji a lépe.

Hlavní důvod vzniku této závěrečné práce je odstranit nutnost přenášení obrobku z jednoho stroje na druhý, kvůli operaci vrtání. V současnosti musí firma pro vrtání používat jiný stroj, a to sloupovou vrtačku, navržená nová technologie má za úkol všechny operace sloučit a vyrábět na jednom stroji, kdy dojde především k úspoře časů a nákladů na výrobu. Bylo vytipováno soustružnicko-obráběcí centrum, které tyto požadavky splňuje. V posledním bodě bakalářské práce jsou provedeny detailní přepočty dat mezi původní a novou technologií a srovnány náklady. Z výsledků je patrné, že úspora je velká, kdy rozdíl v počtu vyrobených kusů za rok je 35 663 ks/rok oproti původní technologii, v přepočtu na finanční náklady to činí úsporu bez mála 500 000,- za rok. Práci z tohoto důvodu považuji jako přínosnou a navrhnou firmě aplikovat moje zjištěné závěry.

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Jiřímu Hajnyšovi za pomoc při řešení dané problematiky. Dále bych rád poděkoval firmě Závod lehkých konstrukcí Loštice za poskytnutí potřebných materiálů.

Seznam použité literatury:

- [1] ZÁVODY LEHKÝCH KONSTRUKCÍ LOŠTICE s. r. o. O společnosti [online]. [cit. 2018-04-01]. Dostupné z: <http://www.zlkl.cz/>
- [2] ČEP, Robert, BRYCHTA, Josef, Jana NOVÁKOVÁ a Lenka PETŘKOVSKÁ. *Technologie II - 2. díl*. Ostrava: Ediční středisko VŠB-TU Ostrava, 2008. ISBN 978-80-248-1822-1
- [3] *AB SANDVIK COROMANT - SANDVIK CZ s.r.o.* [online]. [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: https://www.sandvik.coromant.com/cs-cz/knowledge/materials/workpiece_materials/iso_k_cast_iron/pages/default.aspx#5
- [4] *JS-Technik GmbH* [online]. [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <https://www.js-technik.de/produkte/elektromotoren/>
- [5] *UCB TECHNOMETAL s. r. o.* [online]. [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <https://www.unitedcastbar.cz/storage/get/99-en-gjl-250.pdf>
- [6] *CNC-INTERSERVICE ZLÍN spol. s ro* [online]. [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <http://www.cnczlin.cz/index.php?top=stroje&page=soustruh-spr-63-100>
- [7] *MIVA Zlín* [online]. [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <https://www.mivazlin.cz/images/soustruhy/spr100b/001velke.jpg>
- [8] *Diamant servis* [online]. [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <http://www.diamant-servis.cz/plastic-metal/>
- [9] *CZ.TECH Čelákovice, a.s.* [online]. [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <http://www.cztech.cz/index.php/cz/emag>
- [10] *MachineTools.com* [online]. [cit. 2018-05-14]. Dostupné z: <https://www.machinetools.com/en/models/emag-vl-7>
- [11] *Strojní obrábění* [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <http://web.sstzr.cz/download/cat1/technologie-strojního-obrabení.pdf>
- [12] *Oceli a litiny* [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <http://users.fs.cvut.cz/libor.benes/vyuka/mattech/Oceli%20a%20litiny%20-%20podle%20skript%20CVUT%202012%20+++++.docx>

Seznam příloh:

Příloha I. Výkres součásti Ložiskový štít

